

Zeitschrift: Bulletin de la Société Vaudoise des Sciences Naturelles
Herausgeber: Société Vaudoise des Sciences Naturelles
Band: 104 (2025)

Artikel: Evolution de la température de l'eau et du débit du Boiron de Morges au cours de la dernière décennie en lien avec les changements climatiques : conséquences pour la gestion de la rivière
Autor: Rubin, Jean-François / Bippus, David / Lourenço, Pauline / Robert-Charrue, Damien / Rubin, Aurélie
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-1092345>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 18.04.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Evolution de la température de l'eau et du débit du Boiron de Morges au cours de la dernière décennie en lien avec les changements climatiques

Conséquences pour la gestion de la rivière

Changes in water temperature and flow in the Boiron de Morges over the last decade in relation to climate change

Consequences for river management

Jean-François RUBIN^{1,2,3*}, David BIPPUS^{1,4}, Pauline LOURENÇO^{1,5},
Damien ROBERT-CHARRUE^{1,6} & Aurélie RUBIN^{1,7}

RUBIN J.-F. et al, 2025. Evolution de la température de l'eau et du débit du Boiron de Morges au cours de la dernière décennie en lien avec les changements climatiques. Conséquences pour la gestion de la rivière. *Bulletin de la Société Vaudoise des Sciences Naturelles* 104: 41-58.

Résumé

L'évolution de la température et du débit du Boiron de Morges a été étudiée pour la période 2015-2024. L'analyse montre que de 2015 à 2024, la température annuelle de la rivière a significativement augmenté de 1,55°C. L'accroissement de la température moyenne hivernale est de 2,2°C, alors qu'aucun accroissement n'est observé pour les autres saisons. La température maximale est observée en août avec une valeur proche de la valeur létale pour les truites. Sur la période 2015-2024, les plus hauts débits moyens mensuels sont observés en janvier et décembre, et les plus bas en septembre et août, correspondant à un régime d'écoulement pluvial jurassien. On observe une baisse du débit de $0,024 \pm 0,021$ m³/s/an au printemps et une augmentation de $0,034 \pm 0,032$ m³/s/an en automne. La valeur d'étiage Q347 est de 0,043 m³/s et est atteinte entre 0 et 54 jours par an, tandis que le plus faible débit moyen sur sept jours consécutifs (NM7Q) est atteint le 7 septembre ± 30 jours, avec une valeur minimale de 0,009 m³/s observée en juillet 2022. Le NM7Q a augmenté de $0,02 \pm 0,01$ m³/s/an en hiver. Les indicateurs de crues Q3 et Q5 sont principalement atteints entre novembre et mars, ainsi qu'en mai, mais la crue décennale a été observée en juin 2024 avec 18,5 m³/s. Les prévisions à l'échelle nationale semblent se confirmer à l'échelle locale du Boiron. A l'avenir, les phénomènes extrêmes, (crues ou étiages) tendront ainsi à s'amplifier. En termes de gestion de l'eau, il conviendrait de maintenir durant les périodes critiques un maximum d'eau dans le Boiron, ce qui nécessitera des arbitrages entre les différents usages de la ressource. Dans ce contexte, les mesures de renaturation seront déterminantes pour l'avenir de ces écosystèmes.

Mots-clés: Boiron de Morges, climat, hydrologie, débit, température.

¹ Fondation Maison de la Rivière, ch. du Boiron 2, 1131 Tolochenaz

² Université de Lausanne, Faculté de biologie-médecine, 1015 Lausanne

³ Hepia, HESSO//GE, Filière Gestion de la Nature, 1202 Genève

⁴ david.bippus@maisondelariviere.ch

⁵ pauline.lourenco@maisondelariviere.ch

⁶ damien.robert-charrue@maisondelariviere.ch

⁷ Aurélie Rubin: aurelie.rubin@maisondelariviere.ch

* Correspondance: Jean-François Rubin, jf.rubin@maisondelariviere.ch

RUBIN J.-F. et al., 2025. Changes in water temperature and flow in the Boiron de Morges over the last decade in relation to climate change. Consequences for river management. *Bulletin de la Société Vaudoise des Sciences Naturelles* 104: 41-58.

Abstract

The evolution of the temperature and flow rate of the Boiron de Morges river was studied for the period 2015–2024. The analysis shows that from 2015 to 2024, the annual temperature of the river increased significantly by 1.55°C. The average winter temperature has increased by 2.2°C, while no increase has been observed for the other seasons. The maximum temperature is observed in August, with a value close to the lethal value for trout. Over the period 2015–2024, the highest average monthly flows are observed in January and December, and the lowest in September and August, corresponding to a Jura rainfall regime. There is a decrease in flow of 0.024 ± 0.021 m³/s/year in spring and an increase of 0.034 ± 0.032 m³/s/year in autumn. The low water value Q347 is 0.043 m³/s and is reached between 0 and 54 days per year, while the lowest average flow over seven consecutive days (NM7Q) is reached on 7 September ± 30 days, with a minimum value of 0.009 m³/s observed in July 2022. The NM7Q has increased by 0.02 ± 0.01 m³/s/year in winter. The Q3 and Q5 flood indicators are mainly reached between November and March, as well as in May, but the ten-year flood was observed in June 2024 with 18.5 m³/s. The national forecasts seem to be confirmed at the local level in Boiron. In the future, extreme phenomena (floods or low water levels) will tend to increase. In terms of water management, it would be advisable to maintain as much water as possible in the Boiron during critical periods, which will require trade-offs between the different uses of the resource. In this context, renaturation measures will be decisive for the future of these ecosystems.

Keywords: Boiron de Morges, climate, hydrology, flow, temperature.

INTRODUCTION

Aujourd'hui, les changements climatiques sont l'un des plus importants facteurs allant impacter durablement l'ensemble des écosystèmes de la planète (GARDNER & BULLOCK 2021, GIEC 2022, 2023). Tous les compartiments de la nature sont, et vont être, touchés (SU *et al.* 2021). Pour les écosystèmes aquatiques, et les rivières en particulier, les changements climatiques vont impacter en premier lieu deux paramètres: la température et le débit de l'eau, avec des conséquences potentiellement considérables pour la faune et la flore qui y sont inféodées (RUBIN *et al.* 2019, GALLAGHER *et al.* 2022, MARIN 2023, WILD *et al.* 2023, JONSSON 2024, BONAGLIA *et al.* 2025).

En 2023, le GIEC publiait son 6^e rapport d'évaluation (AR6) sur l'état des connaissances sur les changements climatiques (GIEC 2023) en concluant notamment que chaque fois que le réchauffement planétaire s'accroît, les changements dans les extrêmes continueront de s'amplifier, notamment en intensifiant le cycle mondial de l'eau, y compris sa variabilité, les précipitations, les conditions météorologiques très humides et très sèches, ainsi que les phénomènes météorologiques extrêmes.

En Suisse, en 2018, le Centre National pour les Services Climatiques (NCCS) de la Confédération publiait son rapport «*Scénarios climatiques pour la Suisse*» (NCCS 2018). Selon ces projections (CH2018), pour 2060, en Suisse, les températures devraient être en moyenne plus élevées d'environ 4,5°C en juin, juillet et août. Parallèlement, il tomberait jusqu'à 25 % de pluie en moins et la plus longue période sans précipitations durerait près de 20 jours, contre 11 en 2018. Le projet *Hydro-CH2018* a spécifiquement étudié les effets des changements climatiques sur les eaux suisses (OFEV 2021). Les évolutions des dernières décennies ont été mises en évidence à l'échelle régionale et des modèles hydrologiques établis pour les années 2060 et 2085 pour 93 bassins versants de petite à moyenne taille, selon deux scénarios climatiques (RCP2,6 et RCP 8,5). Les températures, les débits annuels et saisonniers, ainsi

que la période, la fréquence ou encore la saisonnalité des étiages et des crues ont été étudiés (OFEV 2021): les débits annuels devraient globalement peu varier, si ce n'est une légère baisse à la fin du siècle selon RCP8,5. Par contre, les débits saisonniers devraient connaître d'importants changements.

En 2025, la Confédération publiait un nouveau rapport avec des scénarios ajustés, non plus en fonction de diverses échéances (2060/2085) mais en termes de hausse de température mondiale (+1,5°C / +3°C) sans donner d'échelle de temps (METEOSWISS & ZURICH 2025). De ce document, il ressort que, dans un monde qui se réchauffe de 1,5°C par rapport à la période préindustrielle, on s'attend à une augmentation de la température de l'air de 2,9°C, avec 11 % de plus d'intensité d'un événement de pluie cinquantennal sur un jour, et des sécheresses estivales plus importantes de l'ordre de 44%. Si la température mondiale devait s'élever de 3°C par rapport à la période préindustrielle (soit le double de ce qui était prévu dans les Accords de Paris), alors la température de l'air en Suisse augmenterait de 4,9°C avec des conséquences considérables.

Les impacts des changements climatiques sur les températures et débits des cours d'eau sont dès lors entrevus à l'échelle suisse et pour les différentes régions biogéographiques du pays. Dans la région lémanique, les modèles découlant d'*Hydro-CH2018* (OFEV 2021) donnent ainsi des prévisions pour trois grands cours d'eau, la Venoge, l'Aubonne et la Promenthouse. Mais les évolutions constatées, ainsi que les prédictions envisagées, peuvent être aujourd'hui déjà évaluées grâce aux mesures de température et débit récoltées en continu, permettant de réaliser un premier bilan de leur évolution sur une période de 10 ans (2015-2024).

Les buts de l'étude sont de dresser un portrait de la rivière pour ces deux paramètres sur la période étudiée, en définissant notamment le régime hydrologique actuel du Boiron, ses températures et débits moyens annuels et saisonniers, ainsi que ses débits d'étiage et de crue au moyen d'indicateurs types proposés par la Confédération. Par ailleurs, les évolutions constatées au cours de la période pour ces différents paramètres sont discutées en relation avec les enjeux environnementaux à l'échelle du bassin versant, afin de pouvoir anticiper les mesures à prendre dans le cadre d'une gestion intégrée des eaux pour les années à venir.

MÉTHODES

Le Boiron de Morges et son bassin versant

Le Boiron de Morges est un cours d'eau de la région lémanique typique du pied du Jura (figure 1). Il coule en parallèle de l'Aubonne, à l'ouest, et de La Morges, à l'est, ainsi que proche de la Venoge. Son bassin versant, de 35,5 km², est composé à 29% de forêt, 61% de zones agricoles et viticoles, et 10% de zones urbaines et autres infrastructures (figure 1). Si le tracé du Boiron est majoritairement naturel, les anciennes zones marécageuses au niveau des sources, situées à environ 670 m d'altitude, ainsi que plusieurs tronçons de ses affluents ont été drainés, canalisés ou enterrés. A l'échelle du bassin versant, 45% du réseau hydrographique a été mis sous terre ces 150 dernières années (RUBIN & RUBIN 2025). Le Boiron alimente plusieurs biefs, des canaux de dérivation des eaux. Ceux de Saint-Livres, du Moulin de Villars et de La Maison de la Rivière retournent à la rivière, tandis que le Bief de Saint-Prex coule directement dans le Léman. Ces biefs, particulièrement celui de Saint-Prex, effluent directement dans le lac, représentent des facteurs pouvant donc influencer le débit ou la température de l'eau. Des prélèvements d'eau (directement dans le cours d'eau ou dans la nappe), ou à l'inverse des déversements ponctuels dans la rivière lors d'années très sèches peuvent également avoir lieu. Peu quantifiables, ces éléments n'ont dès lors pas été pris en compte spécifiquement dans la présente étude, les valeurs considérées, mesurées à l'aval,

étant la résultante de tous les éléments se situant en amont, qu'ils soient d'origine naturelle ou anthropique.

Le régime d'écoulement du Boiron est de type nivo-pluvial jurassien (WEINGARTNER & ASCHWANDEN 1992), caractérisé par de grandes amplitudes de débits dont les valeurs minimales sont mesurées en été et les valeurs maximales entre mars et avril (ASCHWANDEN & WEINGARTNER 1985). Le Boiron fait l'objet d'un suivi physico-chimique et biologique depuis près de 30 ans. De nombreuses mesures ont été mises en place, visant notamment au rétablissement de la libre migration des espèces via la construction de passes à poissons, ou d'autres visant à améliorer la qualité biologique et chimique de l'eau, notamment à travers le projet Boiron 62a, un projet de gestion des produits phytosanitaires réalisé par le Canton de Vaud et la Confédération (RUBIN & RUBIN 2025).

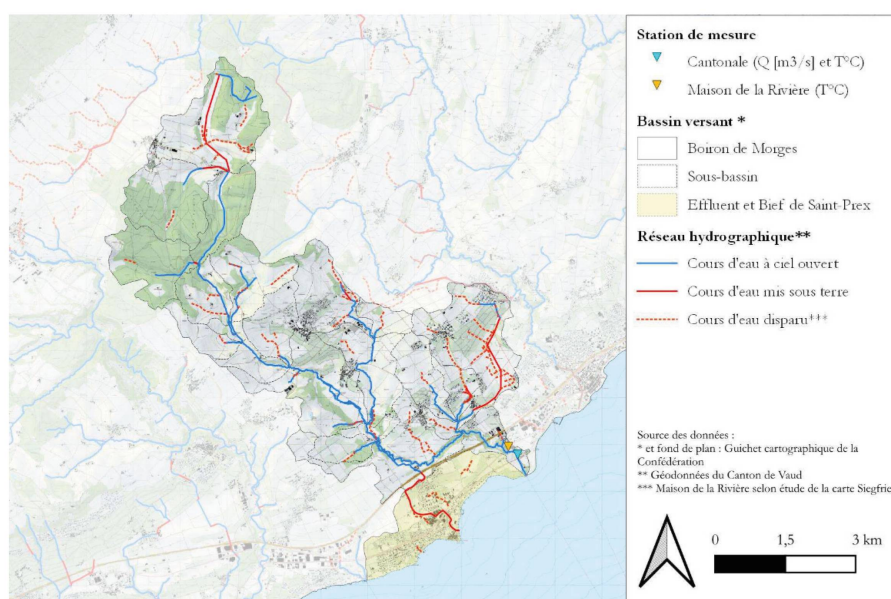


Figure 1. Carte du bassin versant du Boiron de Morges.

Mesures de la température de l'eau

Un suivi de la température des eaux du Boiron est mené depuis 2007 à la suite du projet *Clim-arbre* (2007-2012) qui visait à comprendre et à modéliser les régimes thermiques dans les petits cours d'eau de Suisse Romande. Dans le cadre de la présente étude, sur les 19 stations de mesure de la température du Boiron, celle située juste en aval de la voie CFF, proche de l'embouchure mais hors de l'influence du remous des eaux du Léman a été utilisée (coordonnées 2°526'007 / 1°149'860) (figure 1).

Le jeu de données disponible, comprenant l'intégralité de la période du 7 février 2014 au 31 décembre 2024, est composé de 378'577 mesures de température à un pas de temps de 15 minutes. La température de l'eau est mesurée en continu grâce à une sonde de type HOBO Water Temperature U22-001 Pro v2 Data Logger, insérée dans un tube métallique qui est alors fixé le long de la berge. Toutes les données utilisées pour cette étude proviennent de cette station, à l'exception de celles couvrant les périodes du 02.12.2015 00h00 au 28.12.2015 18h30 et du 04.04.2019 16h30 au 26.08.2019 16h45. Pour ces dernières, les valeurs ont été calculées à partir de celles collectées par l'Etat de Vaud, dans la station située à 400m en aval sous le pont de la Route suisse (aucun affluent ou effluent n'est présent entre ces deux points). Du 01.10.2014 au 30.05.2016 et du 01.12.2017 au 31.12.2021, des valeurs

de température ont été mesurées simultanément sur ces deux stations. Dès lors, il a été possible d'estimer les valeurs de l'une à partir de celles de l'autre par la formule:

$$T^{\circ}_{\text{Rte CH}} = 1,002 T^{\circ}_{\text{aval CFF}} \quad (R^2=0,9994, P<0,001).$$

A partir de ce jeu de données, les moyennes de température journalières, mensuelles, annuelles et saisonnières, ont pu être compilées, puis comparées entre elles par des tests de Student et/ou des régressions linéaires.

Mesures du débit

Données

Les données de débit proviennent de la station de mesure cantonale *Boiron-de-Morges, Tolochenaz* de la Direction Général de l'Environnement du Canton de Vaud (DGE-DIRNA-EAU, ci-après DGE) (coordonnées 2°526'205 / 1°149'690). La base de données se compose des mesures de débit au quart d'heure pour la période de juin 2009 à juillet 2025, disponible en ligne pour les données vérifiées (2009-2021, source: <https://www.vhv.ch>), ou demandées spécifiquement pour celles non vérifiées (2022-2025, DGE comm. pers.). Le dispositif à la station de mesure a été révisé en 2014 et de nouvelles courbes de tarage ont été établies. Avant cette date, les débits en période d'étiage étaient sous-estimés en raison d'un écoulement interstitiel important durant les étiages. Pour les analyses, la plage 2015 à 2024 a donc été privilégiée, servant de période de référence de 10 ans. En raison de dysfonctionnements de la sonde, des données sont manquantes pour: 11-17.03.2011; 23.06.2014 (4h); 23-29.06.2016; 09.06-17.07.2019; 31.12.2021-01.01.2022 (1h); 09-25.07.2022.

Traitement des données

Valeurs moyennes

Pour la période 2015-2024, les débits moyens annuels et mensuels ont été calculés. Les débits saisonniers: hiver (décembre, janvier et février, ci-après DJF), printemps (mars, avril et mai, ci-après MAM), été (juin, juillet et août, ci-après JJA) et automne (septembre, octobre et novembre, ci-après: SON), ont été calculés selon la démarche proposée par la Confédération (OFEV 2021), la période prise en compte allant ainsi du 01.12.2014 au 31.05.2025. Un seuil maximal de 15% de données journalières manquantes a été établi pour valider une moyenne, ce qui a entraîné l'exclusion des mois de juin 2016 et 2019, juillet 2019 et 2022, ainsi que les étés 2019 et 2022.

Etiage: Q347

Le Q347 est le débit atteint ou dépassé 347 jours par année, soit 95% du temps, basé sur une période de mesures de 10 ans. Il est défini comme débit minimal résiduel selon la loi fédérale sur la protection des eaux (art. 31, al. 1, LEaux) calculé à l'aide des débits moyens journaliers classés sur toute la période de référence. Ce paramètre a été traité: (1) par comparaison de l'évolution de la valeur sur plusieurs années, basé sur des plages de données glissantes. Les données pour le Boiron sont disponibles pour six ans consécutifs de 2015 à 2020; (2) selon le nombre de jours par an durant lesquels le Q347 est atteint ou dépassé sur la période de référence 2015-2024; (3) en comparant la durée moyenne d'un étiage, défini dans ce cadre comme un ou plusieurs jours consécutifs durant lesquels le Q347 est atteint ou dépassé. Il a été admis que les données manquantes n'induisaient pas de biais dans le présent contexte. En effet, les mesures faites juste avant et après les dysfonctionnements de la station indiquaient des valeurs bien supérieures au Q347 estimé. De facto, il a été admis que les valeurs manquantes l'étaient aussi, sauf pour 2022, année pour laquelle les mesures étaient inférieures au Q347 estimé. Dans la mesure où la station pluviométrique de Revelle, associée à la station de débit du Boiron, n'a enregistré aucune pluie du 9 au 25 juillet

2022, les données de débit des quinze jours manquants de cette année ont été déplacées en deçà de la valeur du Q347.

Etiage: NM7Q

Le NM7Q se définit comme le plus faible débit moyen calculé sur une période de sept jours consécutifs. Il a été comparé par année d'étiage (1^{er} mai au 30 avril) pour la période 2015-2024, ainsi que par saison, prenant en compte les données du 28.11.2014 au 03.06.2025. Le jour d'apparition du NM7Q a également été identifié pour chaque année. Il a été admis que les valeurs manquantes n'avaient pas d'influence sur les valeurs du NM7Q. En effet, les mesures faites juste avant et après les dysfonctionnements de la station indiquaient dans tous les cas des valeurs bien supérieures aux valeurs des NM7Q annuels et saisonniers, confirmant que le NM7Q n'a pas pu se produire durant un dysfonctionnement de la station de mesure.

Crues

Les crues sont définies dans le cadre de cette étude par deux indicateurs. (1) Les débits Q3 et Q5 représentent le débit atteint ou dépassé trois ou cinq jours par année, calculés au moyen des débits moyens journaliers classés sur une période de référence de 10 ans. (2) Les débits maximaux ont été étudiés par mois, par saison et par année, en calculant les valeurs moyennes, ainsi que les pics de débits mesurés au quart d'heure. Ils ont été comparés aux valeurs de débit fournies par le Canton pour des crues d'un temps de retour de 2,33 / 5 / 10 et 20 ans, soit 13 / 15 / 18 et 20 m³/s (source: <https://www.vhv.ch>).

RÉSULTATS

Comment varie la température de la rivière pendant l'année?

La température mensuelle maximale a été observée en juillet ($17,7 \pm 1,7^{\circ}\text{C}$) et la minimale en janvier ($5,3 \pm 2,1^{\circ}\text{C}$). Toutes valeurs confondues, la température maximale a été observée le 01.08.2018 à 18h15 ($22,8^{\circ}\text{C}$) et la température minimale le 05.01.2017 à 20h00 ($0,0^{\circ}\text{C}$) (figure 2).

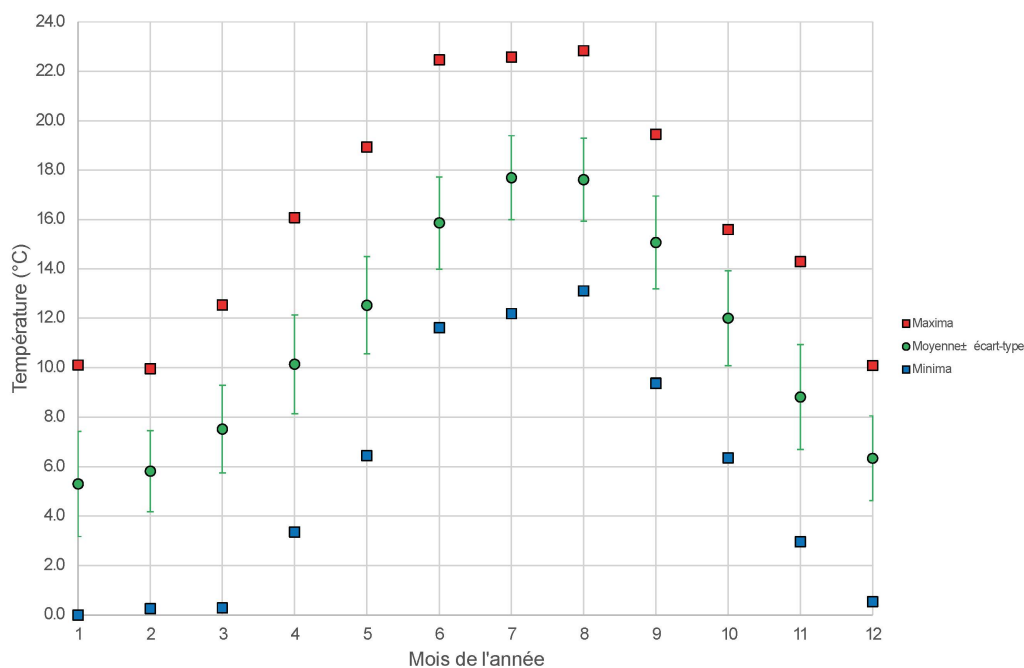


Figure 2. Evolution de la température du Boiron au cours de l'année (moyenne, minima et maxima observée de 2014 à 2024).

La température de la rivière a-t-elle changé au cours du temps?

De 2015 à 2024, la température moyenne annuelle du Boiron a significativement augmenté avec le temps (Régression linéaire, $R^2=0,4883$, $P=0,0245$) de $1,55^\circ\text{C}$ sur la période de 10 ans (figure 3), soit en moyenne $0,15^\circ\text{C}$ par an. Pour chaque saison séparément, l'augmentation n'est cependant significative (Régression linéaire, $R^2=0,5822$, $P=0,010$) que pour l'hiver avec un accroissement de $2,20^\circ\text{C}$ entre 2015 et 2024, soit $0,22^\circ\text{C}/\text{an}$ (figure 3).

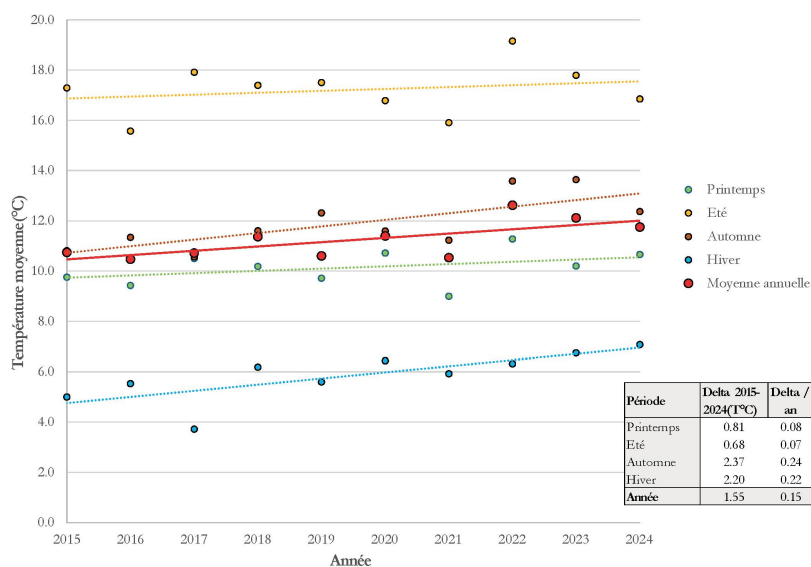


Figure 3. Evolution de la température moyenne annuelle et saisonnière du Boiron de Morges de 2015 à 2024.

Pour chaque mois, la température moyenne a été calculée pour la période 2014-2024. De là, l'écart de température par rapport à la moyenne mensuelle de l'entier de la période 2014-2024 a pu être estimé. En 2024, toutes les valeurs de température mensuelle étaient au-dessus de la moyenne des 10 dernières années sauf pour les mois de juin, juillet et septembre (figure 4).

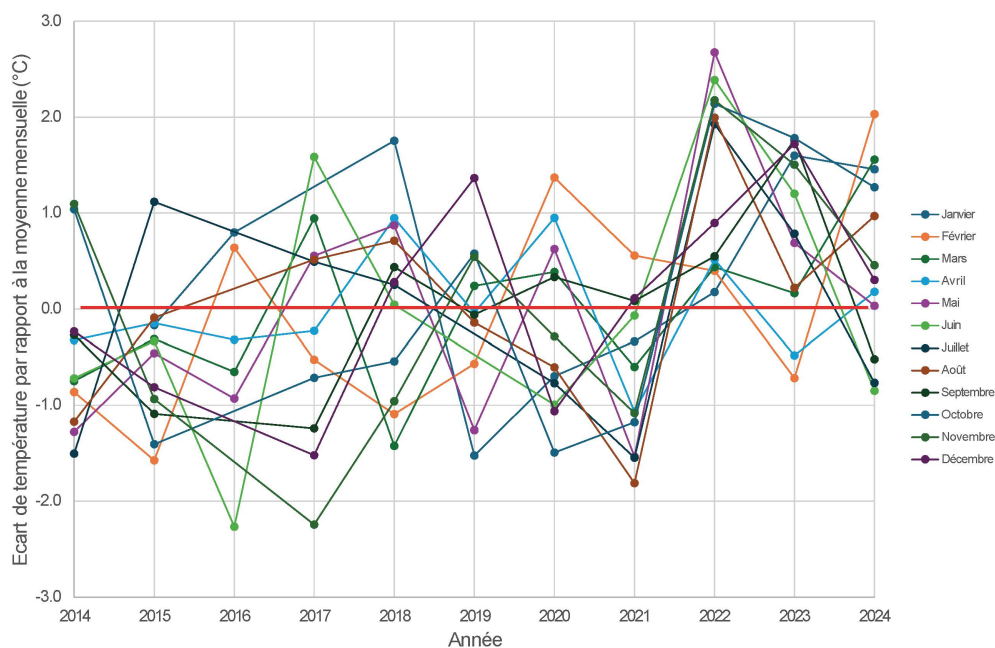


Figure 4. Ecart de température observé pour chaque mois à la station aval CFF par rapport à la moyenne pour la période 2014-2024.

Comment varie le débit de la rivière pendant l'année?

Sur la période étudiée, les plus hauts débits ont été observés en décembre ($0,73 \pm 0,49 \text{ m}^3/\text{s}$) et en janvier ($0,74 \pm 0,47 \text{ m}^3/\text{s}$), tandis que les plus bas ont été observés en août ($0,12 \pm 0,11 \text{ m}^3/\text{s}$) et en septembre ($0,10 \pm 0,04 \text{ m}^3/\text{s}$). Les plus grandes fluctuations ont été observées entre novembre et janvier, et les plus faibles en avril, août et septembre (figure 5).

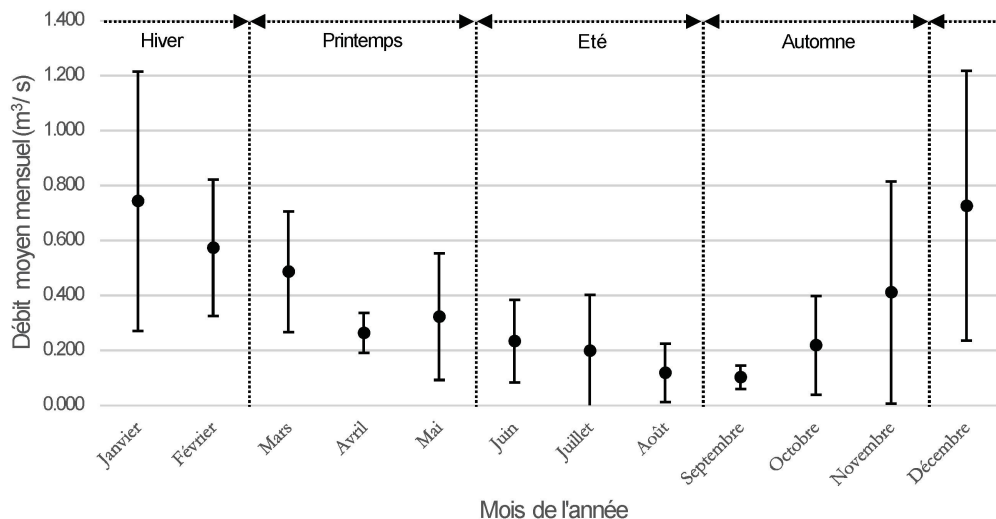


Figure 5. Débit mensuel du Boiron sur la période 2015-2024.

Le débit moyen annuel du Boiron était de $0,37 \pm 0,08 \text{ m}^3/\text{s}$, pour un minimum de $0,20 \text{ m}^3/\text{s}$ en 2017, et un maximum de $0,47 \text{ m}^3/\text{s}$ en 2021, sans évolution interannuelle significative. Les débits saisonniers moyens sur la période d'étude étaient en hiver de $0,68 \pm 0,25 \text{ m}^3/\text{s}$, au printemps de $0,35 \pm 0,12 \text{ m}^3/\text{s}$, en été de $0,21 \pm 0,14 \text{ m}^3/\text{s}$ et en automne de $0,24 \pm 0,16 \text{ m}^3/\text{s}$. Pour l'hiver et l'été, l'évolution des débits sur la période n'est pas significative (régression linéaire, $P > 0,05$). En revanche, le débit moyen printanier a diminué de $0,02 \pm 0,02 \text{ m}^3/\text{s}/\text{an}$ (régression linéaire, $R^2 = 0,435$, $P = 0,026$) tandis que le débit moyen automnal a augmenté de $0,03 \pm 0,03 \text{ m}^3/\text{s}/\text{an}$ (régression linéaire, $R^2 = 0,428$, $P = 0,041$) (figure 6).

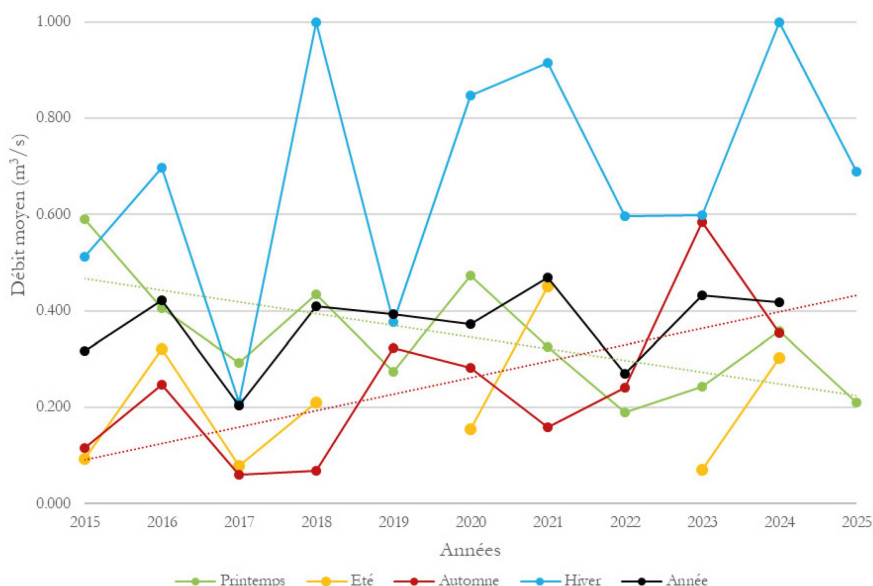


Figure 6. Débit moyen annuel et saisonnier (hiver: DJF, printemps: MAM, été: JJA, automne: SON) pour chaque année de la période 2015-2024.

Etiage

Indicateur Q347

Le Q347 était en 2010-2019 de $0,03 \text{ m}^3/\text{s}$, en 2011-2020 de $0,04 \text{ m}^3/\text{s}$, en 2012-2021 de $0,05 \text{ m}^3/\text{s}$ et en 2013-2022 de $0,05 \text{ m}^3/\text{s}$, en 2014-2023 et 2015-2024, de $0,04 \text{ m}^3/\text{s}$, soit une variation d'un rapport 1,7 entre la plus petite et la plus grande valeur, sans évolution significative sur les périodes glissantes étudiées.

Durant la période 2015-2024, le Q347 ($0,04 \text{ m}^3/\text{s}$) a été atteint entre juillet et décembre, au plus tôt dès le 6 juillet en 2022 et au plus tard jusqu'au 7 décembre en 2017 (figure 7). Par ailleurs, le nombre de jours en dessous de cette valeur a été de 0 en 2016, 2020, 2021 et 2024, de 1 en 2018, de 50 en 2017 et de 54 en 2022 et 2023, sans évolution significative au cours de la période. Entre début juillet et début septembre, le Q347 a régulièrement été atteint deux à trois fois à la même date durant la période. Il en va de même entre fin septembre et début octobre. Les étiages se prolongeant jusqu'à début décembre ne concernaient en revanche que l'année 2017 (figure 7). Le nombre de jours d'étiage consécutifs ($Q_{\text{jour.}} < Q347$) a été de $4,5 \pm 6,9$ sur la période de référence, le maximum étant de 42 jours en 2022, et le minimum de 1 jour, ce qui s'est produit la plupart des années où la valeur a été atteinte. La répartition des jours d'étiage a varié selon les années. En 2017, le débit a été inférieur au Q347 durant 15 périodes d'un à sept jours consécutifs, s'étendant jusqu'en décembre (total 50 jours), contrairement à 2022, où les journées d'étiage se sont concentrées sur 4 périodes, dont une de 42 jours consécutifs (figure 7).

Indicateur NM7Q

La valeur du NM7Q annuelle a été en moyenne de $0,05 \pm 0,03 \text{ m}^3/\text{s}$ sur la période étudiée, avec une variation entre $0,01 \text{ m}^3/\text{s}$ en juillet 2022, au minimum, et $0,11 \text{ m}^3/\text{s}$ en octobre 2021, au maximum, sans évolution interannuelle significative. Le NM7Q est apparu en moyenne au jour de l'année 251 ± 30 , soit le 7 septembre (figure 7).

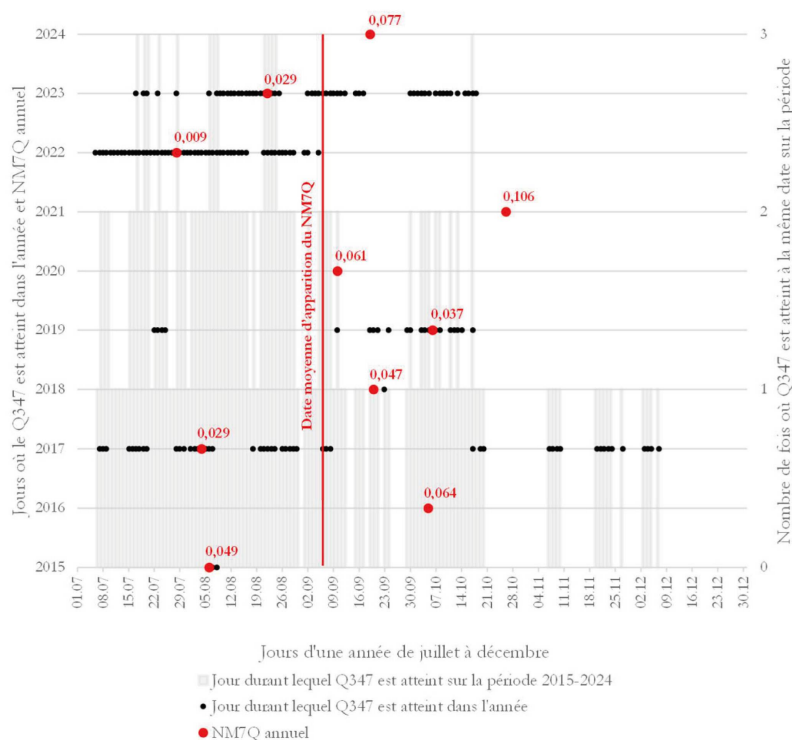


Figure 7. Répartition des jours d'étiage sur la période 2015-2024. L'axe de gauche indique les jours où le Q347 est atteint par année, ainsi que la valeur et la date d'apparition annuelle du NM7Q (point rouge, valeur exprimée en m^3/s). L'axe de droite indique le nombre de fois où le Q347 est atteint à la même date durant la période.

L'apparition la plus précoce est intervenue au jour 210 (28 juillet) et la plus tardive au jour 299 (25 octobre), sans évolution significative au cours de la période.

Les valeurs saisonnières moyennes du NM7Q étaient en hiver de $0,18 \pm 0,08 \text{ m}^3/\text{s}$, au printemps de $0,14 \pm 0,04 \text{ m}^3/\text{s}$, en été, de $0,06 \pm 0,04 \text{ m}^3/\text{s}$ et en automne de $0,06 \pm 0,02 \text{ m}^3/\text{s}$ (figure 7). Il n'y a pas d'évolution significative de cet indicateur au printemps, en été et en automne. En revanche, la valeur du NM7Q a augmenté de $0,02 \pm 0,01 \text{ m}^3/\text{s}/\text{an}$ en hiver

Crués

Quand observe-t-on les hauts débits dans l'année?

Sur la période 2015-2024, la valeur du débit Q3 est de $3,51 \text{ m}^3/\text{s}$, et celle de Q5 est de $2,82 \text{ m}^3/\text{s}$. Ces valeurs ont régulièrement été atteintes, sauf durant les mois d'avril, de juillet et de septembre, qui étaient exempts de telles crues (figure 8). Le Q3 a été atteint chaque année, au maximum 5 et 6 jours en 2018 et 2023 et en moyenne durant $1,4 \pm 0,6$ jours consécutifs. Le nombre de jours maximum où le Q5 est observé est de 8 et 9 en 2023 et 2021, en moyenne durant $1,7 \pm 1,0$ jours consécutifs. Il n'y a pas d'évolution significative au cours du temps pour ces valeurs. Les débits maximaux moyens sur la période sont plus élevés entre octobre et mars, ainsi qu'en juin, avec des valeurs comprises entre $3,73 \pm 3,43 \text{ m}^3/\text{s}$ en octobre et $5,47 \pm 3,83 \text{ m}^3/\text{s}$ en janvier. Elles sont moindres le reste de l'année, avec des valeurs comprises entre $1,54 \pm 0,97 \text{ m}^3/\text{s}$ en avril et $2,50 \pm 2,45 \text{ m}^3/\text{s}$ en août. En mai, la valeur est de $3,19 \pm 3,83 \text{ m}^3/\text{s}$ (figure 8).

Les crues sont-elles plus violentes?

Les pics de crues ont été mesurés entre $3,55 \text{ m}^3/\text{s}$ en avril 2016 et $18,51 \text{ m}^3/\text{s}$ en juin 2024. Aucune évolution significative n'a été constatée pour les pics de crues saisonniers ou annuels (figure 8). Sur la période, le débit de $10 \text{ m}^3/\text{s}$ a été dépassé six fois, en mai 2015, janvier 2018, octobre 2020, novembre et décembre 2023 et en juin 2024, tandis que $13 \text{ m}^3/\text{s}$ (temps de retour de 2,33 ans) et $18 \text{ m}^3/\text{s}$ (temps de retour de 10 ans) ont été dépassés en mars 2020 ($14,18 \text{ m}^3/\text{s}$) et en juin 2024 ($18,51 \text{ m}^3/\text{s}$).

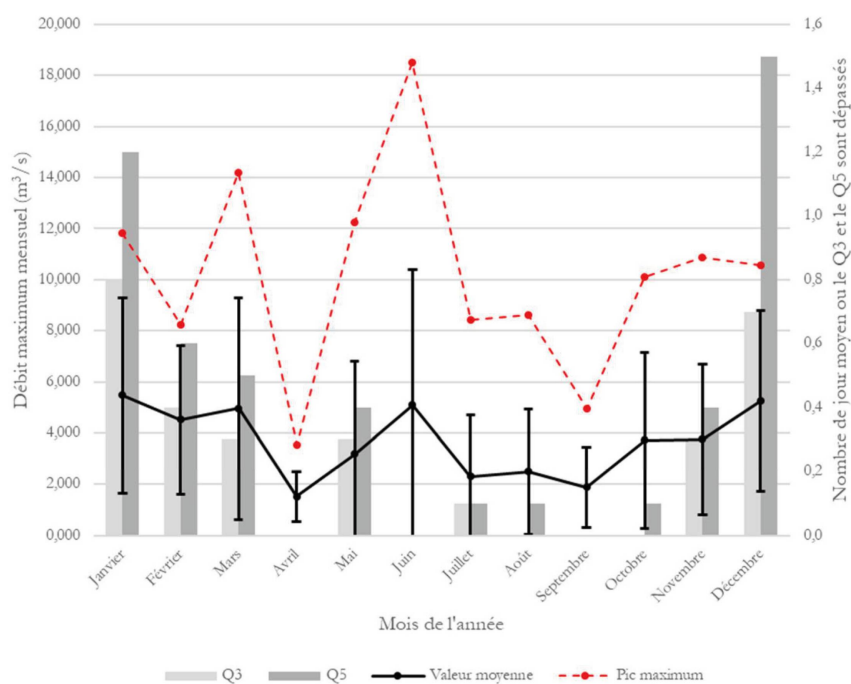


Figure 8. Débit maximum mensuel sur la période 2015-2024 (valeur moyenne et pic maximum mesuré au quart d'heure), ainsi que nombre de jours moyen où le débit journalier dépasse la valeur de Q3 ($3,51 \text{ m}^3/\text{s}$) et Q5 ($2,82 \text{ m}^3/\text{s}$).

DISCUSSION

Evolution des températures

Signification statistique des données de température

En Suisse, des mesures de la température de l'eau sont effectuées depuis longtemps sur certains cours d'eau, comme sur le Rhône, la Venoge, l'Aubonne ou la Menthue (atlas hydrologique de Suisse: <https://hydromaps.ch/>). En reprenant certaines de ces données, l'évolution de la température moyenne annuelle sur une plus ou moins longue période peut être estimée (figure 9). Les pentes des régressions sont souvent différentes, voir inverses, si on tient compte d'une période de 10 ans ou si l'on traite l'ensemble des données disponibles, comme dans le cas du Rhône à la Porte du Scex.

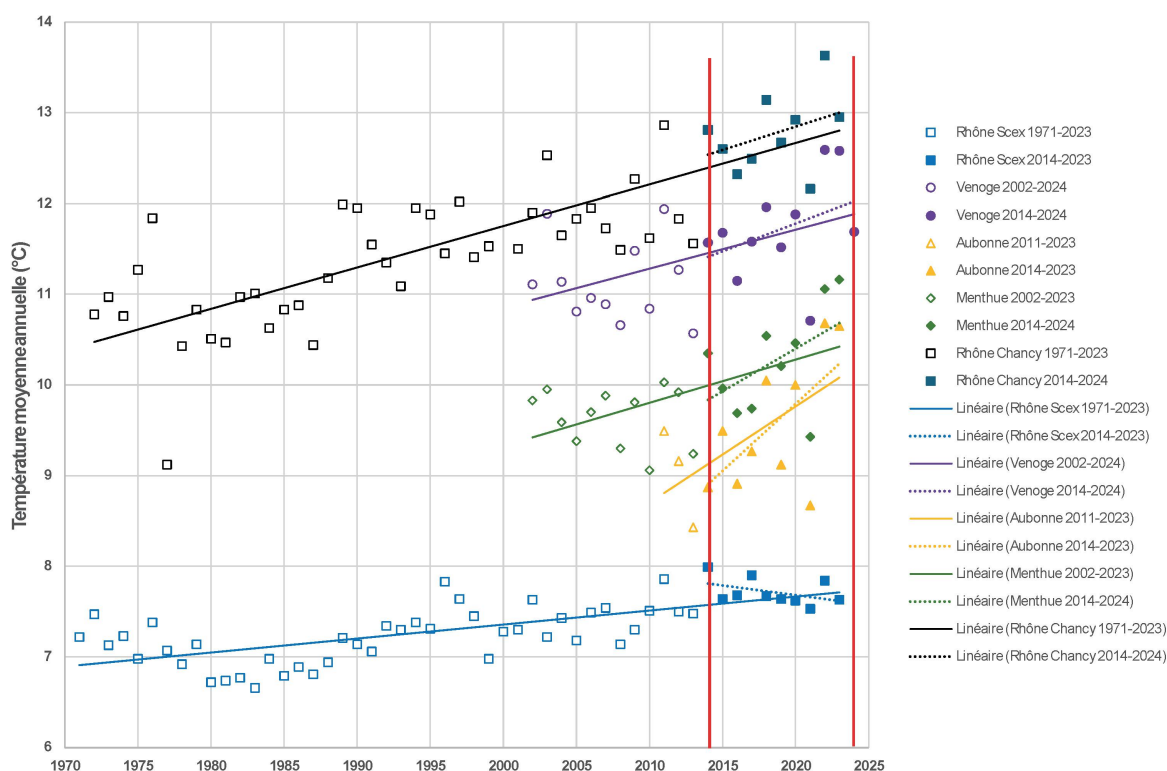


Figure 9. Evolution au cours du temps de la température moyenne annuelle de quelques cours d'eau de Suisse romande (source des données: <https://hydromaps.ch/>).

En utilisant toute la plage temporelle de données disponibles, les corrélations sont significatives pour chacune des 5 stations présentées (régression linéaire, $P < 0,05$ ou $< 0,001$). En revanche, en prenant en considération les mêmes données, mais uniquement pour la plage de données 2014-2024 (celle utilisée pour le présent article sur le Boiron), aucune régression n'est significative ($P > 0,05$) pour aucun des cours d'eau (figure 9). Cela démontre que pour prouver de manière fiable les impacts des changements climatiques sur la température des rivières, il est important de disposer de longues séries de données. En l'occurrence, les données sur le Boiron ne sont disponibles que depuis une dizaine d'années. Les tendances qui se dégagent des résultats de la présente étude devront dès lors être confirmées, ou non, lorsque les données seront disponibles sur des périodes temporelles plus longues.

En termes de valeur moyenne annuelle, le Boiron se réchauffe très vite

En comparant l'accroissement annuel de différentes rivières de Suisse, (atlas hydrologique de Suisse: <https://hydromaps.ch/>), on observe que, d'une manière générale, depuis que l'on dispose de données, les accroissements de température annuels sont plus importants pendant la période 2014-2023 en comparaison avec ceux des périodes plus longues, sauf pour le Rhône en Valais et l'Aare à Hageneck. Pour la période 2014-2023, avec son accroissement annuel de la température moyenne de 0,155°C par an, le Boiron est parmi les rivières qui se réchauffent le plus. On observe seulement pour l'Aubonne (0,178°C/an) et le Ticino (0,171°C/an) des accroissements annuels plus importants (tableau 1).

Tableau 1. Comparaison des accroissements de température de l'eau au cours du temps (atlas hydrologique de Suisse: <https://hydromaps.ch/>)

Rivière	Lieu	Surface BV (km ²)	Date	T°C ₁	T°C ₂₀₁₄	T°C ₂₀₂₃	Delta T ₁₋₂₀₂₃ °C	n ans	Delta T ₁₋₂₀₂₃ °C/an	Delta T ₂₀₁₄₋₂₀₂₃ °C	Delta T ₂₀₁₄₋₂₀₂₃ °C/an
Aubonne	Allaman	105	2011	9.49	8.87	10.65	1.16	13	0.089	1.780	0.178
Ticino	Riazzino	1613	1978	8.31	9.22	10.93	2.62	46	0.057	1.710	0.171
Menthue	Yvonand	105	2002	9.83	9.86	11.16	1.33	22	0.060	1.300	0.130
Sarine	Gummenen	1881	1981	8.77	10.00	11.24	2.47	43	0.057	1.240	0.124
Suze	Sonceboz	127	2005	8.39	8.88	9.98	1.59	19	0.084	1.100	0.110
Promenthouse	Gland	120	2012	9.69	9.81	10.9	1.21	12	0.101	1.090	0.109
Broye	Payerne	416	1976	10.71	11.58	12.62	1.91	48	0.040	1.040	0.104
Venoge	Ecublens	228	2002	11.11	11.57	12.58	1.47	22	0.067	1.010	0.101
Aare	Brügg	8249	1970	9.94	12.45	13.18	3.24	54	0.060	0.730	0.073
Rhône	Chancy	10308	1972	10.78	12.34	12.95	2.17	52	0.042	0.610	0.061
Arve	Genève	1973	1974	8.18	8.69	9.21	1.03	50	0.021	0.520	0.052
Vispa	Viège	786	2003	5.88	6.06	6.26	0.38	21	0.018	0.200	0.020
Aare	Hageneck	5112	1974	10.77	12.48	12.41	1.64	50	0.033	-0.070	-0.007
Rhône	Sion	3372	1974	7.14	7.30	7.22	0.08	50	0.002	-0.080	-0.008
Rhône	Porte du Scex	5238	1971	7.22	7.99	7.63	0.41	53	0.008	-0.360	-0.036

Selon la Confédération (OFEV 2021), sur 31 stations réparties sur toute la Suisse, le réchauffement moyen des cours d'eau a été de 0,33°C par décennie, soit 0,033°C par an sur la période de 1979 à 2018. Selon cette étude, l'augmentation de la température de l'eau aurait été atténuée en de nombreux endroits par l'effet rafraichissant de l'eau de fonte provenant des glaciers, ce qui n'est évidemment pas le cas ni pour le Boiron ou l'Aubonne puisqu'il n'y a aucun glacier dans leur bassin versant, à l'inverse du Rhône par exemple. Par ailleurs, le fait d'avoir un relativement petit bassin versant, donc généralement des débits modestes, rend probablement les rivières de ce type plus enclines au réchauffement en raison de la masse d'eau plus faible sous influence de l'augmentation de la température de l'air.

Evolution des débits

Débit saisonnier et annuel

Sur la période 2015-2024, les débits moyens mensuels maximaux du Boiron ont été observés en janvier et en décembre et les minimaux en septembre et en août. Les débits saisonniers moyens ont diminué au printemps et augmenté en automne.

Selon les critères définis (ASCHWANDEN & WEINGARTNER 1985), les caractéristiques de débit du Boiron reflètent un régime d'écoulement de type pluvial jurassien, alors que d'autres (WEINGARTNER & ASCHWANDEN 1992) classaient ce cours d'eau sous un régime nivo-pluvial jurassien.

Ce type de déplacement du régime nival vers le pluvial est, de manière générale, observé en Suisse. Par ailleurs, les températures hivernales plus douces favorisent aussi les précipitations pluvieuses plutôt que neigeuses, contribuant à l'augmentation du débit à cette saison (OFEV 2021). L'Aubonne possède encore en comparaison un régime nivo-pluvial avec des pics de débit en mars-avril sur la période 1990-2021 (<https://www.hydrodaten.admin.ch/fr/seen-und-fluesse/stationen-und-daten/2433>). Les sources karstiques de cette rivière se situent à plus de 1300 m d'altitude, où la neige s'accumule encore régulièrement en période hivernale, l'existence de telles sources n'étant pas connue sur le Boiron. Ces observations semblent dès lors appuyer une nécessité de révision des données liées aux régimes d'écoulement sous l'influence des changements climatiques. Les baisses ou hausses de débits observées au printemps et en automne sur la période 2015-2024 correspondent aux tendances mises en avant entre 1961 et 2015 pour le Plateau et le Jura (OFEV 2021). Toutefois, l'ampleur des changements et les grands intervalles de confiance constatés sur le Boiron sont à relativiser en regard de la courte période étudiée. À l'avenir, les modèles prédisent pour la Suisse une évolution vers le bas des débits printaniers. Les débits estivaux pourraient quant à eux diminuer de 10 à 40 % à la fin du siècle, et les débits automnaux de 5 à 20 %, selon les scénarios RCP2,6 ou RCP 8,5, de fortes baisses étant attendues dans le Jura (OFEV 2021). Mise à part pour le printemps, ces tendances ne sont pas encore visibles sur le Boiron sur la période 2015-2024.

Etiage

Entre 2015 et 2025, le Q347 était de 0,043 m³/s et a été atteint entre le 6 juillet et le 7 décembre. Selon les années, cette valeur a été atteinte entre 0 et 54 jours, en moyenne durant 4,5 ± 6,9 jours consécutifs et au maximum 42 jours d'affilée.

Le rapport entre la plus basse et la plus haute valeur de cet indicateur, sur les périodes glissantes étudiées (1,7) est inférieur à ce qui peut être observé sur le Plateau (2,5) (ASCHWANDEN 1992). Il paraît dès lors peu étonnant qu'aucune tendance évolutive ne se dégage sur ce laps de temps. Cet indicateur est par ailleurs resté stable sur le Plateau et le Jura entre 1961 et 2018 (WEINGARTNER & SCHWANBECK 2020). Les évolutions futures interrogent sur les valeurs seuils de référence pour préserver les écosystèmes aquatiques. Si le Q347 définit aujourd'hui le débit résiduel, il pourrait selon les modèles diminuer de moitié par endroit d'ici la fin du siècle, selon le scénario RCP8,5 (OFEV 2021). Sans adaptation, les écosystèmes aquatiques risqueraient alors d'être mis à mal en période d'étiage, bien que les valeurs minimales définies par la législation soient respectées. Une valeur fixe définie pré-changements climatiques pourrait par exemple être proposée pour définir les futurs débits résiduels.

Entre 2015 et 2024, le NM7Q annuel a varié entre 0,01 m³/s et 0,11 m³/s, la valeur minimale ayant été observée en juillet 2022. Les NM7Q saisonniers sont minimaux en automne, puis en été et maximaux en hiver, la valeur de cet indicateur ayant augmenté en hiver sur la période. Le NM7Q est en moyenne apparu le 8 septembre sur le Boiron, durant le mois avec le plus faible débit, correspondant aux observations faites sur d'autres cours d'eau jurassiens (WEINGARTNER & SCHWANBECK 2020). À cette échelle, une baisse de cet indicateur au printemps et en été a été remarquée, alors que c'est au contraire une hausse hivernale qui est mise en avant sur le Boiron. Si ce résultat paraît cohérent dans un contexte d'augmentation des précipitations hivernales sous forme de pluie, il reste ainsi à nuancer au vu de la durée de la période étudiée. À l'avenir, la valeur du NM7Q devrait continuer de diminuer en été et en automne, tandis que le NM7Q annuel pourrait baisser dans la région lémanique de 40 à 60 % selon le scénario RCP8,5 (OFEV 2021).

Les mois les plus secs dans le Boiron, sur la période 2015-2024, sont ainsi juillet, août et septembre. Le débit minimum étant en moyenne atteint début septembre, des valeurs

extrêmes ont aussi été atteintes dès juillet et les étiages se sont parfois prolongés jusqu'à la fin de l'automne. À l'avenir, ces situations d'étiage seront plus intenses et plus fréquentes en été et en automne (OFEV 2021).

Crues

Concernant les crues, les Q3 (3,51 m³/s) et Q5 (2,82 m³/s) ont été atteints toute l'année sur la période, sauf en avril, juin et septembre. Les pics de débit maximaux ont été observés entre octobre et mars, avec des valeurs comprises entre 3,73 ± 3,43 m³/s en octobre et 5,47 ± 3,83 m³/s en janvier, mais le pic décennal a été atteint en juin 2024 avec 18,51 m³/s. L'absence de grande crue en avril corrobore le régime d'écoulement pluvial du Boiron (ASCHWANDEN & WEINGARTNER 1985).

La situation observée au mois de juin semble paradoxale. On observe en effet le 25 juin le pic de débit maximum de la période (18,51 m³/s), sans que la valeur journalière dépasse Q5 (2,82 m³/s). Cet événement s'explique par une crue provoquée par les précipitations intenses et très localisées d'un orage estival. Le débit est passé ce jour-là de 0,20 m³/s à 17h30 à 18,51 m³/s à 20h15, avant de redescendre en dessous de 13 m³/s dès 21h00. En Suisse romande, plusieurs événements de ce type se sont d'ailleurs récemment produits, avec parfois des conséquences dévastatrices, comme sur la Morges (VD) en 2024 et 2019, sur le Ruhaut (Cressier, NE) en 2021, ou encore sur le Seyon (Dombresson, NE) en 2019. Si aucune évolution ne peut être mise en avant sur la période, ces événements mettent néanmoins en garde contre les phénomènes extrêmes, qui à l'avenir risquent de s'intensifier. En effet, la température de l'air augmentant, celui-ci est aussi susceptible de contenir plus d'humidité. Cela contribue à plus de précipitations, brèves et localisées comme persistantes, avec comme conséquence une augmentation des débits de crues (OFEV 2021).

Conséquences pour la faune du Boiron

Dans le Boiron, sur la dernière décennie, c'est en hiver que l'accroissement de la température moyenne saisonnière est significatif avec une augmentation de 2,2°C, alors qu'aucun accroissement significatif n'est observé pour les autres saisons. La température moyenne mensuelle la plus élevée est observée en juillet (17,7 ± 1,7°C), la plus basse en janvier (5,3 ± 2,1°C). Quant aux débits, des étiages plus prononcées, ainsi que des événements extrêmes exacerbés sont à attendre à certaines saisons. Or, ces deux éléments, température et débit, sont à même de modifier profondément la dynamique de populations de nombreuses espèces dans le Boiron, parmi elles la truite, *Salmo trutta*.

La dynamique de population des poissons du Boiron fait l'objet depuis 1997 d'un intense suivi (RUBIN & RUBIN 2025). Les truites se reproduisent en hiver. Or, c'est à ce moment-là que l'on observe une augmentation significative de la température. Sachant qu'en dessus de 8 à 10°C, la survie des embryons diminue fortement (OJANGUREN & BRANA 2003), on doit donc s'attendre à ce que les changements climatiques impactent en premier lieu les processus liés à la fraye naturelle.

La température maximale a été observée en août avec une valeur de 22,8°C. Ces températures élevées sont favorisées lors des périodes de faibles débits. De plus, à ce moment, la taille de l'habitat diminue en raison de la baisse des niveaux d'eau et donc des surfaces mouillées. Avec une température plus élevée, les concentrations en oxygène diminuent aussi, alors que la concentration d'éventuelles pollutions augmente. Or, les salmonidés sont les poissons les plus sensibles à l'augmentation des températures (WILD *et al.* 2023, BONAGLIA *et al.* 2025). Pour les truites, la valeur critique de stress thermique est estimée à 24,5°C (BONAGLIA *et al.* 2025). Les températures létales initiales (température à laquelle 50% de la population ne survit pas) sont comprises entre 22 et 25°C (ELLIOTT & ELLIOTT 2010). Les températures maximales du Boiron atteignent donc ces valeurs, ce qui risque d'engendrer de

forts stress thermiques, voir la mort, et ainsi mettre en péril la pérennité des populations de truites de cette rivière, comme également démontré dans de nombreux autres cours d'eau (COONEY *et al.* 2005, HARI *et al.* 2006, CLEWS *et al.* 2010, RÉALIS-DOYELLE 2016, ARÉVALO 2017, WALDNER *et al.* 2020, BONAGLIA *et al.* 2025). De plus, certaines infections, comme la maladie rénale proliférative, sont dépendantes de la température de l'eau (DE KINKELIN & LORJOT 2001) et, en fonction de celle-ci, elles peuvent provoquer la mort des truites (OKAMURA *et al.* 2011, BAILEY *et al.* 2018). Cette maladie est présente dans la partie aval du Boiron, ainsi que dans certains cours d'eau suisses (WAHLI *et al.* 2007, RUBIN *et al.* 2019). La hausse des températures pourrait ainsi accroître considérablement la mortalité de populations de truites en favorisant le développement de la maladie rénale proliférative.

Par ailleurs, les étiages tardifs ou prolongés peuvent également s'avérer problématiques pour la reproduction de la truite. Cette espèce enfouit ses œufs dans les bancs de graviers, qui peuvent se trouver exondés lors d'étiage. Une absence de crue en automne ne permet pas non plus de mise en mouvement du substrat, qui peut alors se colmater, devenant moins favorable pour la reproduction. Dans la mesure où ces crues peuvent aussi contribuer à déclencher le comportement migrateur de l'espèce, en créant un débit d'appel, il est possible que la reproduction, en raison de la combinaison de ces facteurs, soit limitée certaines années sèches. À l'inverse, les crues peuvent aussi être dommageables selon la période et l'intensité à laquelle elles ont lieu. Pour la truite, si les crues automnales peuvent avoir un impact positif sur la reproduction, des crues en février, mars ou avril sont potentiellement extrêmement néfastes. À cette période, les truitelles sont encore dans les graviers des frayères ou viennent juste d'émerger. À ce stade, les vitesses d'eau importantes observées pendant les crues peuvent les entraîner vers l'aval, voir induire leur mort et la destruction des frayères. L'évolution de l'amplitude et de la période à laquelle les crues vont survenir à l'avenir est donc cruciale pour déterminer l'impact potentiel de ces changements sur la survie des larves de poissons.

À l'inverse, certaines espèces pourraient être favorisées par les augmentations de température. Dans le Boiron, depuis de nombreuses années, des efforts importants sont consentis par les collectivités publiques pour faire disparaître les obstacles à la migration des poissons. Des passes à poissons ont ainsi été construites sur tous les seuils autrefois infranchissables de la rivière (RUBIN & RUBIN 2025). Alors qu'autrefois, les espèces avec de faibles capacités de saut (essentiellement les poissons de la famille des cyprinidés) étaient confinées dans les parties aval du cours d'eau, avec la création des passes à poissons, de vastes portions du cours d'eau leur sont désormais accessibles. Pour qu'elles s'y maintiennent, il faut une eau tempérée, ce qui devient manifestement le cas dans la partie aval de la rivière. Une augmentation de la proportion des espèces de cyprinidés au dépend de celle des salmonidés est déjà observée dans les zones aval du Boiron. Cette tendance devrait donc s'accroître ces prochaines années. Ce remplacement des populations de salmonidés par les cyprinidés dans les zones aval des cours d'eau, en lien avec les changements climatiques, a d'ailleurs déjà été observé dans plusieurs cours d'eau (BUISSON *et al.* 2008).

Fort des constats actuels en matière de température et de débit, il conviendrait dès lors de maintenir durant les périodes problématiques le maximum d'eau possible dans le Boiron (limitation du pompage dans la nappe phréatique ou dans la rivière par exemple). Évidemment, des conflits d'intérêt pourront alors apparaître, lors de ces périodes critiques puisque l'eau est également nécessaire ailleurs, notamment pour l'agriculture ou la consommation.

CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES

Les résultats mis en avant par cette étude s'intègrent de manière cohérente à ce qui est observé au niveau régional, ainsi qu'aux prévisions de modèles hydrologiques. Bien que la période étudiée sur le Boiron ne suffise pas à établir de modèles spécifiques, il semble dès lors raisonnable d'admettre que les prévisions établies dans le cadre du projet *Hydro-CH2018* (OFEV 2021) concernent également ce cours d'eau. Les problématiques engendrées peuvent ainsi être anticipées afin de limiter le stress et les conséquences négatives sur les écosystèmes dans les années à venir, tout en favorisant une gestion intégrée des ressources en eau. Température et débit sont étroitement liés. La rivière se réchauffera d'autant plus facilement que son débit (le volume d'eau à réchauffer) sera faible. Ainsi, la température et le débit sont des paramètres indissociables déterminant la pérennité des espèces dans les eaux. Si le débit d'une rivière baisse, l'eau se réchauffera sous l'action des changements climatiques d'autant plus facilement. Pour toutes ces raisons, dans un but de tenter d'assurer la pérennité des écosystèmes aquatiques, il convient d'agir simultanément sur ces différents paramètres à l'échelle de l'ensemble du bassin versant. En effet, la rivière ne s'arrête pas là où l'on n'a plus les pieds mouillés. Dans ce contexte, les projets de renaturation des cours d'eau peuvent prendre une place prépondérante. Dès lors, il apparaît très important, pour les collectivités publiques, d'en prendre conscience et d'agir de manière à en minimiser le plus possible les conséquences à venir. Le prix de l'inaction d'aujourd'hui coûtera très cher demain, beaucoup plus que celui des mesures que nous pourrions entreprendre dès aujourd'hui en faisant preuve d'anticipation.

RÉFÉRENCES

- ARÉVALO E., 2017. Potential effects of Global Climate Change on survival and growth of brown trout (*Salmo Trutta* L.): consequences of temperature and floods on young stages. Université de Pau.
- ASCHWANDEN H., 1992. Die Niedrigwasserabflussmenge Q347 – Bestimmung und Abschätzung in alpinen schweizerischen Einzugsgebieten. *Hydrologische Mitteilung der Landeshydrologie und - geologie*. 18.
- ASCHWANDEN, H. & WEINGARTNER R., 1985. Die Abflussregimes der Schweiz. Geographisches Institut der Universität Bern.
- BAILEY, C., RUBIN A., STREPPARAVA N., SEGNER H., RUBIN J.-F. & WAHLI T., 2018. Do fish get wasted? Assessing the influence of effluents on parasitic infection of wild fish. *PeerJ* 6:e5956.
- BONAGLIA A., SHEN C., PADRÓN R.S., BOGNER K., FOPP F., RUBIN A., RUBIN J.-F., ADDE A., GUISAN A. & ALBOUY C., 2025. Sub-seasonal forecasting of thermal stress for Swiss river fishes during heatwaves. *Ecological modelling* 507:111-171.
- BUISSON L., BLANC L. & GRENOUILLET G., 2008. Modelling stream fish species distribution in a river network: the relative effects of temperature versus physical factors. *Ecology of Freshwater Fish* 17:244-257.
- CLEWS E., DURANCE I., VAUGHAN I.P. & ORMEROD S.J., 2010. Juvenile salmonid populations in a temperate river system track synoptic trends in climate. *Global Change Biology* 16: 3271-3283.
- COONEY S. J., COVICH A.P., LUKACS P.M., HARIG A.L. & FAUSCH K.D., 2005. Modeling global warming scenarios in greenback cutthroat trout (*Oncorhynchus clarkii stomias*) streams: Implications for species recovery. *Western North American Naturalist* 65: 371-381.
- DE KINKELIN P. & LORIOT B., 2001. A water temperature regime which prevents the occurrence of proliferative kidney disease (PKD) in rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum). *Journal of Fish Disease* 24: 489-493.

- ELLIOTT J. & ELLIOTT J., 2010. Temperature requirements of Atlantic salmon *Salmo salar*, brown trout *Salmo trutta* and Arctic charr *Salvelinus alpinus*: predicting the effects of climate change. *Journal of Fish Biology* 77: 1793-1817.
- ELLIOTT J. M., 2000. Pools as refugia for brown trout during two summer droughts: trout responses to thermal and oxygen stress. *Journal of Fish Biology* 56: 938-948.
- GALLAGHER B. K., GEARGEOURA S. & FRASER D.J., 2022. Effects of climate on salmonid productivity: A global meta-analysis across freshwater ecosystems. *Global Change Biology* 28: 7250-7269.
- GARDNER C. J. & BULLOCK J.M., 2021. In the climate emergency, conservation must become survival ecology. *Frontiers in Conservation Science* 2: 1-6.
- GIEC 2022. Résumé pour les décideurs. In: Changement climatique 2022: impacts, adaptation et vulnérabilité. Contribution du groupe de travail II au sixième rapport d'évaluation du groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat Pages 1-33. GIEC, Genève.
- GIEC. 2023. Résumé à l'intention des décideurs. In: Changement climatique 2023: Rapport de synthèse. Contribution des groupes de travail I, II et III au sixième rapport d'évaluation du groupe d'expert intergouvernemental sur l'évolution du climat. Pages -. GIEC, Genève.
- HARI R. E., LIVINGSTONE D.M., SIBER R., BURKHARDT-HOLM P. & GÜTTINGER H., 2006. Consequences of climatic change for water temperature and brown trout populations in Alpine rivers and streams. *Global Change Biology* 12: 10-26.
- JONSSON B., 2024. The Effect of Climate Change on Salmonid Fishes in Rivers. Page 29. MDPI.
- KAYA C. M., KAEDING L.R. & D. E. BURKHALTER D.E., 1977. Use of a cold-water refuge by rainbow and brown trout in a geothermally heated stream. *The Progressive Fish-Culturist* 39: 37-39.
- MARIN V., 2023. Utilisation de la pyramide des biomasses pour quantifier les réponses des écosystèmes d'eau douce aux changements globaux. Université Paul Sabatier-Toulouse III.
- METEOSWISS & ZURICH E., 2025. Climate 2025 CH2025 - Scientific Report. in F. O. o. M. a. C. M. Zurich, editor.
- NCCS 2018. Scénarios climatiques pour la Suisse.
- OFEV 2018. Quand la ville surchauffe. *Connaissance de l'environnement* 1812.
- OFEV. 2021. Effets des changements climatiques sur les eaux suisses. Hydrologie, écologie et gestion des eaux. *Connaissance de l'environnement* 2101: 134.
- OJANGUREN A. & BRANA F., 2003. Thermal dependence of embryonic growth and development in brown trout. *Journal of Fish Biology* 62: 580-590.
- OKAMURA B., HARTIKAINEN H., SCHMIDT-POSTHAUS H. & WAHLI T., 2011. Life cycle complexity, environmental change and the emerging status of salmonid proliferative kidney disease. *Freshwater Biology* 56: 735-753.
- PELLET J., SONNAY V., RANDIN C., SIGG P., ROSSELET M. & GRAZ E., 2021. Arborisation urbaine lausannoise et changements climatiques. *Bulletin de la Société vaudoise des Sciences naturelles* 100: 73-89.
- RÉALIS-DOYELLE E., 2016. Influence de la température sur les premiers stades de vie de trois espèces de poissons dulcicoles: étude de la survie et de la plasticité phénotypique. Université de Lorraine.
- ROTH T. R., WESTHOFF M.C, HUWALD H., HUFF J.A., RUBIN J.-F., BARRENXETXEA G., VETTERLI M., PARRIAUX A., SELKER J.S. & PARLANGE M.B., 2010. Stream temperature response to three riparian vegetation scenarios by use of a distributed temperature validated model. *Environmental Science & Technology* 44: 2072-2078.
- RUBIN A., DE COULON P., BAILEY C.J., SEGNER H., WAHLI T. & RUBIN J.-F., 2019. Keeping a wild eye on brown trout (*Salmo trutta*) populations: Correlation between temperature, environmental parameters and proliferative kidney disease. *Frontiers in Veterinary Science* 6.
- RUBIN J.-F. & RUBIN A., 2025. Response of a brown trout population to anthropic and environmental factors over 25 years in the Boiron of Morges, Switzerland. *Fisheries Management and Ecology*: 1-14.

- SU G., LOGEZ M., XU J., TAO S., VILLÉGER S. & BROSE S., 2021. Human impacts on global freshwater fish biodiversity. *Science* 371: 835-838.
- WAHLI T., BERNET D., STEINER P.A. & SCHMIDT-POSTHAUS H., 2007. Geographic distribution of *Tetracapsuloides bryosalmonae* infected fish in Swiss rivers: an update. *Aquatic Sciences* 69: 3-10.
- WALDNER K., BECHTER T., AUER S., BORGHARDT F., EL-MATBOULI M. & UNFER G., 2020. A brown trout (*Salmo trutta*) population faces devastating consequences due to proliferative kidney disease and temperature increase: A case study from Austria. *Ecology of Freshwater Fish* 29: 465-476.
- WEINGARTNER R. & ASCHWANDEN H., 1992. Régimes d'écoulement comme base pour l'estimation des valeurs moyennes des débits. *Atlas hydrologique de la Suisse*.
- WEINGARTNER R. & SCHWANBECK J., 2020. Veränderung der Niedrigwasserabflüsse und der kleinsten saisonalen Abflüsse in der Schweiz im Zeitraum 1961–2018. *Hydro-CH2018 Bericht*. 42.
- WILD R., NAGEL C. & GEIST J., 2023. Climate change effects on hatching success and embryonic development of fish: Assessing multiple stressor responses in a large-scale mesocosm study. *Science of the Total Environment*.